

TÁC ĐỘNG CỦA PHÁT TRIỂN TÀI CHÍNH ĐẾN CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG TRONG SỰ ĐIỀU TIẾT CỦA ĐỔI MỚI CÔNG NGHỆ

Bùi Ngọc Toàn

Tóm tắt

Nghiên cứu này xem xét tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường tại 16 quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á, trong giai đoạn 2000–2023. Phương pháp moment tổng quát (Generalized Method of Moments – GMM) được sử dụng để ước lượng các mô hình nghiên cứu. Kết quả ước lượng cho thấy phát triển tài chính có xu hướng làm gia tăng tình trạng suy thoái môi trường tại các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á. Tuy nhiên, đổi mới công nghệ có thể cải thiện được tình trạng này, đây là phát hiện mới của bài nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu này cung cấp bằng chứng thực nghiệm quan trọng đối với các quốc gia thu nhập trung bình thấp tại châu Á, đặc biệt là trong việc xác định những chính sách nhằm thúc đẩy phát triển tài chính và đổi mới công nghệ gắn với việc cải thiện chất lượng môi trường.

Từ khóa: châu Á, chất lượng môi trường, dấu chân sinh thái, đổi mới công nghệ, phát triển tài chính.

THE IMPACT OF FINANCIAL DEVELOPMENT ON ENVIRONMENTAL QUALITY UNDER THE MODERATING ROLE OF TECHNOLOGICAL INNOVATION

Abstract

This study examines the impact of financial development on environmental quality in 16 lower-middle-income countries in Asia over the period 2000–2023. The Generalized Method of Moments (GMM) is employed to estimate the proposed models. The empirical results indicate that financial development tends to exacerbate environmental degradation in lower-middle-income countries in Asia. However, technological innovation is found to mitigate this adverse effect, representing a novel finding of the study. These results provide important empirical evidence for lower-middle-income countries in Asia, particularly in formulating policies that promote financial development and technological innovation along with improvements in environmental quality.

Keywords: Asia, environmental quality, ecological footprint, technological innovation, financial development.

JEL classification: E44, F64, F65, O32, O44.

DOI: 10.63767/TCKT.38.2026.84.91

1. Giới thiệu

Biến đổi khí hậu đang trở thành một vấn đề ngày càng nghiêm trọng trên phạm vi toàn cầu, điều này thúc đẩy các quốc gia cần triển khai những chính sách phù hợp nhằm hướng tới phát triển bền vững (Zameer và cộng sự, 2020). Trong đó, phát triển bền vững tập trung vào việc tăng trưởng kinh tế gắn với cải thiện chất lượng môi trường (Godil và cộng sự, 2021). Thực tế cho thấy, phát triển tài chính là một trong những giải pháp quan trọng nhằm thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và cải thiện chất lượng môi trường, tức là hướng đến mục tiêu phát triển bền vững (Majeed và Luni, 2019).

Có thể thấy rằng, phát triển tài chính không chỉ là động lực thúc đẩy tăng trưởng kinh tế, mà còn có tác động đáng kể đến chất lượng môi trường. Thực tế cho thấy, phần lớn các nghiên cứu thực nghiệm thường tập trung vào việc phân tích tác động của phát triển tài chính đến tăng trưởng kinh tế, trong khi tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường vẫn chưa được xem xét đầy đủ. Thật vậy, vai trò của phát triển tài chính đối với tăng trưởng kinh tế đã được đề cập từ khá lâu trong nghiên cứu của Schumpeter (1911), sau đó vấn đề này đã được xác nhận trong một số lượng lớn các nghiên cứu thực nghiệm (Ling và cộng sự, 2022). Tuy nhiên, phát triển tài chính góp phần thúc đẩy tăng trưởng kinh tế, nhưng cũng có thể kéo theo những tác động bất lợi đối với chất lượng môi trường (Ling và

cộng sự, 2022). Mặc dù vậy, chủ đề về tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường vẫn chưa được xem xét nhiều trong các nghiên cứu thực nghiệm. Khoảng trống này đã gây khó khăn nhất định cho các quốc gia trong việc xác định những chính sách phù hợp nhằm thúc đẩy phát triển tài chính gắn với mục tiêu cải thiện chất lượng môi trường.

Ở góc độ lý thuyết, tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường có thể được giải thích thông qua lý thuyết đường cong Kuznets môi trường (Environmental Kuznets Curve - EKC) (Jinqiao và cộng sự, 2022; Ling và cộng sự, 2022), cũng như hiệu ứng quy mô và hiệu ứng kỹ thuật (Grossman và Krueger, 1991). Mặc dù vấn đề này đã được xem xét trong nhiều nghiên cứu thực nghiệm, nhưng còn tồn tại các quan điểm trái chiều. Cụ thể, một số nghiên cứu cho rằng phát triển tài chính làm gia tăng ô nhiễm môi trường (Mardani và cộng sự, 2019), trong khi một số nghiên cứu khác lại chỉ ra rằng chất lượng môi trường có thể được cải thiện nếu các nguồn lực tài chính được phân bổ và sử dụng hiệu quả (Adams và cộng sự, 2018).

Bên cạnh đó, tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường có thể bị điều tiết bởi đổi mới công nghệ (Baloch và cộng sự, 2021; Jinqiao và cộng sự, 2022). Đổi mới công nghệ thường được xem là giải pháp tối ưu góp phần làm suy yếu hoặc vô hiệu hóa tác động tiêu cực của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường, vấn đề

này được thể hiện rõ hơn ở các quốc gia đang phát triển (Shoab và cộng sự, 2020). Tuy nhiên, các bằng chứng thực nghiệm về vai trò điều tiết này vẫn còn hạn chế, đặc biệt là đối với nhóm quốc gia thu nhập trung bình thấp – những quốc gia đang phải đối mặt với tình trạng ô nhiễm môi trường ngày càng gia tăng.

Xuất phát từ những khoảng trống trên, bài nghiên cứu này được thực hiện nhằm phân tích tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường tại 16 quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á trong giai đoạn 2000–2023, đồng thời xem xét vai trò điều tiết của đổi mới công nghệ trong tác động này. Bài nghiên cứu cung cấp bằng chứng thực nghiệm có ý nghĩa nhất định, làm cơ sở cho việc đề xuất các hàm ý chính sách nhằm thúc đẩy phát triển tài chính gắn với đổi mới công nghệ, hướng tới cải thiện chất lượng môi trường tại các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á.

2. Tổng quan tài liệu và phát triển giả thuyết

Phát triển tài chính có thể được hiểu là sự cải thiện của hệ thống tài chính, bao gồm sự phát triển của các tổ chức tài chính và thị trường tài chính (Zaman và cộng sự, 2012). Tuy nhiên, tại các quốc gia thu nhập trung bình và thấp, phát triển tài chính thường được xác định chủ yếu thông qua sự phát triển của các tổ chức tài chính, mà trọng tâm là quy mô của tín dụng nội địa cho khu vực tư nhân so với nền kinh tế (Choi và Park, 2017).

Phát triển tài chính có thể thúc đẩy tăng trưởng kinh tế thông qua việc hỗ trợ đầu tư và sản xuất (Schumpeter, 1911). Mặc dù, đây là động lực quan trọng của tăng trưởng kinh tế, nhưng cũng tiềm ẩn nguy cơ làm gia tăng mức độ ô nhiễm môi trường, qua đó làm suy giảm chất lượng môi trường (Shahbaz và cộng sự, 2013). Chất lượng môi trường có thể được đo lường thông qua các chỉ số như: phát thải CO₂, phát thải khí nhà kính và dấu chân sinh thái. Trong đó, dấu chân sinh thái được xem là thước đo toàn diện hơn khi phản ánh đồng thời chất lượng môi trường đất, nước và không khí, thay vì chỉ tập trung vào môi trường không khí như các chỉ số phát thải (Baigorri và cộng sự, 2025).

2.1. Tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường

Các nghiên cứu thực nghiệm về tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường còn tồn tại nhiều quan điểm trái chiều. Một số nghiên cứu cho rằng phát triển tài chính có thể làm gia tăng ô nhiễm môi trường thông qua việc thúc đẩy tiêu thụ năng lượng và mở rộng quy mô sản xuất (Jianguo và cộng sự, 2022; Mardani và cộng sự, 2019). Ngược lại, một số nghiên cứu khác cho rằng tình trạng ô nhiễm môi trường có thể được cải thiện nếu các nguồn lực tài chính được phân bổ và sử dụng hiệu quả, đặc biệt là cho các hoạt động sản xuất thân thiện với môi trường (Adams và cộng sự, 2018). Sự khác biệt trong các kết quả này chủ yếu xuất phát từ hiệu quả sử dụng

nguồn lực tài chính và đặc điểm phát triển của từng quốc gia (Shoab và cộng sự, 2020).

Ở góc độ lý thuyết, phát triển tài chính có thể làm gia tăng ô nhiễm môi trường thông qua lý thuyết đường cong EKC và hiệu ứng quy mô. Theo đó, việc mở rộng tín dụng thúc đẩy đầu tư, sản xuất và tiêu thụ năng lượng, từ đó làm gia tăng phát thải và suy thoái môi trường (Ling và cộng sự, 2022). Thực tế cho thấy, tác động này thường thể hiện rõ hơn tại các nền kinh tế đang phát triển, nơi các quy định về bảo vệ môi trường còn chưa nghiêm ngặt và ưu tiên tăng trưởng kinh tế thường được đặt lên hàng đầu (Jinqiao và cộng sự, 2022). Trong bối cảnh đó, phát triển tài chính có thể thúc đẩy đầu tư quá mức và mở rộng các khu công nghiệp, qua đó làm gia tăng áp lực lên chất lượng môi trường (Pan và cộng sự, 2021), đồng thời hạn chế khả năng tiếp cận các công nghệ tiên tiến và thân thiện với môi trường do nguồn lực tài chính còn hạn chế (Razzaq và cộng sự, 2021). Phần lớn các nghiên cứu này thường đo lường chất lượng môi trường thông qua phát thải CO₂, trong khi một số nghiên cứu khác đã sử dụng dấu chân sinh thái và tìm thấy tác động cùng chiều của phát triển tài chính đến dấu chân sinh thái (Baloch và cộng sự, 2021).

Trong khi đó, các nghiên cứu được thực hiện tại các nền kinh tế phát triển cho thấy phát triển tài chính có thể góp phần cải thiện chất lượng môi trường, vai trò này được thể hiện thông qua việc hỗ trợ đổi mới công nghệ và áp dụng các tiêu chuẩn môi trường nghiêm ngặt hơn (Fernandez và cộng sự, 2018). Một số bằng chứng thực nghiệm cũng chỉ ra rằng khi đạt đến mức độ phát triển nhất định, phát triển tài chính có thể làm giảm phát thải và dấu chân sinh thái (Baloch và cộng sự, 2021).

Nhìn chung, sự không thống nhất trong các kết quả thực nghiệm cho thấy tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường phụ thuộc đáng kể vào hiệu quả sử dụng nguồn lực tài chính và trình độ phát triển của từng quốc gia (Shoab và cộng sự, 2020). Đối với các quốc gia thu nhập trung bình thấp, nơi phát triển tài chính vẫn chủ yếu hướng tới mục tiêu tăng trưởng kinh tế và chịu chi phối mạnh bởi hiệu ứng quy mô, phát triển tài chính thường có xu hướng làm gia tăng suy thoái môi trường. Nhận định này phù hợp với lý thuyết đường cong EKC và hiệu ứng quy mô, cũng như phần lớn các bằng chứng thực nghiệm tại các quốc gia đang phát triển (Ling và cộng sự, 2022). Do đó, tác giả đề xuất giả thuyết nghiên cứu đầu tiên như sau:

Giả thuyết H₁: Phát triển tài chính tác động cùng chiều đến dấu chân sinh thái tại các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á.

2.2. Vai trò điều tiết của đổi mới công nghệ trong tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường

Lý thuyết tăng trưởng nội sinh kết hợp với đường cong EKC cung cấp cơ sở lý luận quan trọng để giải thích vai trò điều tiết của đổi mới công nghệ trong tác

động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường (Jinqiao và cộng sự, 2022). Theo lý thuyết tăng trưởng nội sinh, tăng trưởng kinh tế không chỉ phụ thuộc vào vốn mà còn gắn chặt với đổi mới công nghệ (Shoaib và cộng sự, 2020). Trong khi đó, đường cong EKC cho rằng việc sử dụng nguồn lực tài chính để thúc đẩy tăng trưởng có thể làm gia tăng ô nhiễm môi trường ở giai đoạn đầu, nhưng khi nền kinh tế đạt đến một mức thu nhập nhất định, chất lượng môi trường có xu hướng được cải thiện, chủ yếu là do vai trò của đổi mới công nghệ (Jinqiao và cộng sự, 2022). Bên cạnh đó, lý thuyết hiệu ứng kỹ thuật nhấn mạnh rằng việc áp dụng các công nghệ tiên tiến và thân thiện với môi trường có thể góp phần cải thiện chất lượng môi trường (Liang, 2014). Các lý thuyết này cho thấy đổi mới công nghệ có thể làm thay đổi cơ chế tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường, cụ thể là thể hiện rõ ràng hơn về tác động tích cực của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường.

Trong các nghiên cứu thực nghiệm, đổi mới công nghệ được xem là yếu tố giúp phát triển tài chính phát huy hiệu quả theo hướng bền vững, khi các nguồn lực tài chính được phân bổ nhiều hơn cho các hoạt động sản xuất và đầu tư, đặc biệt là sử dụng công nghệ và năng lượng thân thiện với môi trường (Jinqiao và cộng sự, 2022). Nhiều nghiên cứu gần đây cũng nhấn mạnh vai trò của đổi mới công nghệ trong việc nâng cao năng suất, đồng thời giảm phát thải và áp lực lên môi trường (Godil và cộng sự, 2021). Một số bằng chứng thực nghiệm cho thấy đổi mới công nghệ, thường được đo lường thông qua số lượng bằng sáng chế, là yếu tố quan trọng giúp làm suy yếu hoặc vô hiệu hóa tác động tiêu cực của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường (Baloch và cộng sự, 2021).

Vai trò điều tiết của đổi mới công nghệ thường thể hiện rõ hơn tại các quốc gia đang phát triển, nơi mà mức độ ô nhiễm môi trường thường cao và hiệu quả sử dụng nguồn lực tài chính còn hạn chế, làm cho đổi mới công nghệ trở thành giải pháp quan trọng để cải thiện chất lượng môi trường (Shoaib và cộng sự, 2020). Trên cơ sở đó, tác giả đề xuất giả thuyết nghiên cứu tiếp theo như sau:

Giả thuyết H₂: Đổi mới công nghệ làm giảm tác động cùng chiều của phát triển tài chính đến dấu chân sinh thái tại các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Mô hình nghiên cứu

Các tài liệu hiện có đã chứng minh rằng chất lượng môi trường bị tác động đáng kể bởi phát triển tài chính và các biến kiểm soát khác (Jianguo và cộng sự, 2022; Jinqiao và cộng sự, 2022; Mardani và cộng sự, 2019; Pan và cộng sự, 2021). Dựa trên cơ sở này, tác giả đề xuất mô hình 1 với phương trình như sau:

$$Y_{it} = \alpha_1 + \beta_1 DC_{it} + \mu_1 CV_{it} + \varepsilon_{it}$$

Trong đó, Y là dấu chân sinh thái bình quân đầu người (GHA/người); cách đo lường này được tác giả căn cứ theo nghiên cứu của Baloch và cộng sự (2021); dữ liệu này được công bố bởi mạng lưới sinh thái toàn cầu (Global Footprint Network). DC là tín dụng nội địa cho khu vực tư nhân so với GDP, chỉ số này đại diện cho phát triển tài chính (Jinqiao và cộng sự, 2022). Các biến kiểm soát (CV) gồm: đổi mới công nghệ (TI), được đo lường bằng logarit của tổng số đơn xin cấp bằng sáng chế (Jianguo và cộng sự, 2022); GDP được đo lường bằng logarit của tổng sản phẩm quốc nội bình quân đầu người (Jianguo và cộng sự, 2022); độ mở thương mại (Jianguo và cộng sự, 2022); tăng trưởng dân số (Jianguo và cộng sự, 2022).

Bên cạnh đó, đổi mới công nghệ có thể đóng vai trò điều tiết trong tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường. Vai trò này được gợi mở trong lý thuyết tăng trưởng nội sinh (Shoaib và cộng sự, 2020), đường cong EKC (Jinqiao và cộng sự, 2022) và hiệu ứng kỹ thuật (Grossman và Krueger, 1991). Do vậy, tác giả xây dựng mô hình 2 thông qua việc đưa thêm biến tương tác giữa phát triển tài chính (DC) và đổi mới công nghệ (FI) vào mô hình 1, tức là biến tương tác $DC \times FI$. Cách thực hiện này được tác giả dựa trên cơ sở ý tưởng của Baloch và cộng sự (2021), Jinqiao và cộng sự (2022). Do vậy, mô hình 2 được tác giả đề xuất có phương trình như sau:

$$Y_{it} = \alpha_2 + \beta_2 DC_{it} + \beta_3 DC_{it} \times TI_{it} + \mu_2 CV_{it} + \varepsilon_{it}$$

3.2. Phương pháp ước lượng

Bài nghiên cứu này được phân tích dựa trên mẫu dữ liệu dạng bảng. Do vậy, tác giả tiến hành ước lượng các mô hình nghiên cứu thông qua các phương pháp cơ bản trên dữ liệu dạng bảng, bao gồm: mô hình hồi quy gộp (Pooled OLS), mô hình tác động cố định (FEM) và mô hình tác động ngẫu nhiên (REM). Sau đó, tác giả sử dụng phương pháp moment tổng quát (GMM) do Arellano và Bond (1991) đề xuất để ước lượng các mô hình nghiên cứu, qua đó khắc phục được các giả thuyết hồi quy bị vi phạm và kiểm soát được hiện tượng nội sinh tiềm ẩn trong các mô hình nghiên cứu.

3.3. Dữ liệu

Mẫu dữ liệu nghiên cứu bao gồm 16 quốc gia thu nhập trung bình thấp tại châu Á, trong giai đoạn 2000–2023. Danh sách các quốc gia này được xác định theo phân loại của Ngân hàng Thế giới (WB), cụ thể là các quốc gia có GNI bình quân đầu người từ 1.136 USD đến 4.495 USD. Dữ liệu dấu chân sinh thái được thu thập từ cơ sở dữ liệu của mạng lưới sinh thái toàn cầu. Dữ liệu các biến còn lại trong mô hình được thu thập từ nguồn dữ liệu của WB.

4. Kết quả nghiên cứu**4.1. Mô tả mẫu dữ liệu**

Mẫu dữ liệu nghiên cứu được thu thập từ các quốc gia thu nhập trung bình thấp tại châu Á. Thông tin về mẫu dữ liệu được mô tả trong Bảng 1.

Bảng 1: Mô tả mẫu dữ liệu

Biến	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Nhỏ nhất	Lớn nhất
Y	1,606	1,116	0,34	5,01
DC	37,811	27,261	1,36	132,82
TI	2,780	1,031	0,3	4,79
GDP	7,205	0,875	4,919	9,124
TRA	75,709	38,569	21,46	186,68
POP	1,395	1,275	-11,36	9,99

Nguồn: Kết quả phân tích của tác giả

Bảng 1 cho thấy Y đạt giá trị trung bình là 1,606, giá trị thấp nhất (0,34) thuộc về Đông Timor vào năm 2008, giá trị cao nhất (5,01) thuộc về Bhutan vào năm 2019. DC đạt giá trị trung bình là 37,811, giá trị thấp nhất (1,36) thuộc về Đông Timor vào năm 2002, giá trị cao nhất

(132,82) thuộc về Campuchia vào năm 2022. Đối với TI, giá trị trung bình là 2,780, giá trị thấp nhất (0,3; tương ứng với 2 bằng sáng chế) thuộc về Tajikistan vào năm 2019, giá trị cao nhất (4,79; tương ứng với 61.573 bằng sáng chế) thuộc về Ấn Độ vào năm 2021.

Bảng 2: Kết quả ước lượng hệ số tương quan

Biến	Y	DC	TI	GDP	TRA	POP
Y	1,000					
DC	0,364	1,000				
TI	-0,221	0,176	1,000			
GDP	0,695	0,487	0,131	1,000		
TRA	0,236	0,432	-0,198	0,050	1,000	
POP	0,038	-0,068	0,043	0,058	-0,011	1,000

Nguồn: Kết quả phân tích của tác giả

Kết quả phân tích hệ số tương quan tại Bảng 2 cho thấy Y có tương quan cùng chiều với DC. Đối với các biến kiểm soát, Y có tương quan ngược chiều với TI, nhưng tương quan cùng chiều với các biến kiểm soát còn lại. Trong đó, hệ số tương quan giữa các biến giải thích

có giá trị tương đối thấp, tức là hiện tượng đa cộng tuyến không phải là vấn đề nghiêm trọng của mô hình.

4.2. Kết quả ước lượng và thảo luận

Đầu tiên, tác giả tiến hành ước lượng mô hình 1 để làm rõ tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường, kết quả này được trình bày tại Bảng 3.

Bảng 3: Kết quả ước lượng tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường

Y	Pooled OLS (1)	FEM (2)	REM (3)	GMM (4)
DC	0,001×10 ⁻¹ [0,978]	0,006*** [0,000]	0,007*** [0,000]	0,012*** [0,000]
TI	-0,279*** [0,000]	0,004 [0,918]	-0,022 [0,601]	-0,276*** [0,000]
GDP	1,005*** [0,000]	0,2601*** [0,000]	0,272*** [0,000]	0,301** [0,025]
TRA	0,004*** [0,008]	0,004*** [0,000]	0,004*** [0,000]	0,001** [0,017]
POP	0,010 [0,826]	0,011 [0,398]	0,015 [0,250]	0,046*** [0,000]
Hằng số	-5,320*** [0,000]	-0,934*** [0,000]	-0,798*** [0,002]	-0,549 [0,548]
R-squared	60,08%	73,08%	73,02%	
Mức ý nghĩa	61,69*** [0,000]	104,27*** [0,000]	491,26*** [0,000]	9.193,97*** [0,000]
Kiểm định F		366,84*** [0,000]		
Kiểm định Hausman		1.047,24*** [0,000]		
Kiểm định hiện tượng phương sai thay đổi		1.066,43*** [0,000]		
Kiểm định hiện tượng tự tương quan		15,64*** [0,002]		

Y	Pooled OLS (1)	FEM (2)	REM (3)	GMM (4)
Kiểm định hiện tượng nội sinh		14,80*** [0,001]		
Kiểm định Arellano-Bond		AR (1)		-2,43** [0,015]
		AR (2)		-1,16 [0,245]
Kiểm định Sargan				2,52 [0,112]
Ghi chú: *** mức ý nghĩa 1%, ** mức ý nghĩa 5%.				

Nguồn: Kết quả phân tích của tác giả.

Kiểm định F và Hausman cho thấy phương pháp FEM phù hợp hơn so với các phương pháp ước lượng còn lại (Bảng 3). Tuy nhiên, mô hình 1 xuất hiện các vấn đề về phương sai thay đổi, tự tương quan và nội sinh. Để khắc phục những vấn đề này, tác giả ước lượng mô hình bằng phương pháp GMM, kết quả này được trình bày tại cột (4) của Bảng 3. Kết quả ước lượng mô hình 1 theo phương pháp GMM có ý nghĩa thống kê, với các kiểm định đều phù hợp. Theo đó, phát triển tài chính

(DC) tác động cùng chiều đến dấu chân sinh thái (Y). Đối với các biến kiểm soát, Y bị tác động ngược chiều bởi TI, nhưng bị tác động cùng chiều bởi GDP, TRA và POP.

Tiếp theo, tác giả tiến hành ước lượng mô hình 2 để làm rõ vai trò điều tiết của đổi mới công nghệ trong tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường, kết quả này được trình bày tại Bảng 4.

Bảng 4: Kết quả ước lượng vai trò điều tiết của đổi mới công nghệ trong tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường

Y	Pooled OLS (1)	FEM (2)	REM (3)	GMM (4)
DC	0,007 [0,264]	0,001 [0,621]	0,002 [0,469]	0,016*** [0,000]
DC×TI	-0,003 [0,226]	0,002*** [0,003]	0,002*** [0,007]	-0,004*** [0,001]
TI	-0,141 [0,252]	-0,123** [0,042]	-0,137** [0,025]	-0,109* [0,069]
GDP	0,993*** [0,000]	0,239*** [0,000]	0,251*** [0,000]	0,882*** [0,000]
TRA	0,005*** [0,004]	0,003*** [0,000]	0,003*** [0,000]	0,004*** [0,000]
POP	0,013 [0,781]	0,001 [0,961]	0,005 [0,703]	0,621*** [0,002]
Hằng số	-5,646*** [0,000]	-0,407 [0,104]	-0,307 [0,336]	-5,981*** [0,000]
R-squared	60,36%	74,27%	74,22%	
Mức ý nghĩa	51,78*** [0,000]	91,88*** [0,000]	521,22*** [0,000]	1.725,99*** [0,000]
Kiểm định F		379,54*** [0,000]		
Kiểm định Hausman		178,95*** [0,000]		
Kiểm định hiện tượng phương sai thay đổi		1.241,55*** [0,000]		
Kiểm định hiện tượng tự tương quan		14,91*** [0,002]		
Kiểm định hiện tượng nội sinh		15,39*** [0,001]		
Kiểm định Arellano-Bond		AR (1)		-1,74* [0,081]
		AR (2)		-0,48 [0,629]
Kiểm định Sargan				6,33 [0,387]
Ghi chú: *** mức ý nghĩa 1%, ** mức ý nghĩa 5%, * mức ý nghĩa 10%.				

Nguồn: Kết quả phân tích của tác giả.

Tương tự như mô hình 1, mô hình 2 vẫn xuất hiện các vấn đề về phương sai thay đổi, tự tương quan và nội sinh. Để khắc phục những vấn đề này, tác giả tiếp tục ước lượng mô hình 2 bằng phương pháp GMM, kết quả ước lượng cho thấy có ý nghĩa thống kê và phù hợp, được trình bày tại cột (4) của Bảng 4. Theo đó, phát triển tài chính (DC) tác động cùng chiều đến dấu chân sinh thái (Y), tức là tương đồng với mô hình 1. Kết quả ước lượng cho thấy Y bị tác động ngược chiều bởi biến tương tác $DC \times TI$, theo đó đổi mới công nghệ có thể giữ vai trò điều tiết trong tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường. Đối với các biến kiểm soát, mô hình 2 hoàn toàn tương đồng với mô hình 1 khi tìm thấy tác động ngược chiều của TI đến Y; trong khi Y bị tác động cùng chiều bởi GDP, TRA và POP.

Tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường: kết quả ước lượng cho thấy phát triển tài chính làm gia tăng dấu chân sinh thái, tức là làm giảm chất lượng môi trường tại các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á, do đó giả thuyết H_1 được chấp nhận. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với những phát hiện trước đó của Mardani và cộng sự (2019), Jianguo và cộng sự (2022). Hơn nữa, kết quả này cũng khẳng định sự phù hợp của đường cong EKC, tức là phát triển tài chính góp phần cải thiện thu nhập, nhưng có thể kéo theo tình trạng suy thoái môi trường (Ling và cộng sự, 2022). Bên cạnh đó, kết quả này còn khẳng định sự phù hợp của lý thuyết hiệu ứng quy mô khi cho rằng phát triển tài chính có thể thúc đẩy quy mô sản xuất, làm gia tăng mức độ suy thoái môi trường (Grossman và Krueger, 1991). Kết quả này phản ánh đúng đặc điểm của các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á. Thật vậy, trong bối cảnh các quốc gia này đang ưu tiên mục tiêu thúc đẩy tăng trưởng kinh tế, phát triển tài chính giữ vai trò quan trọng trong việc mở rộng hoạt động đầu tư và sản xuất, đặc biệt là gia tăng các khu công nghiệp. Tuy nhiên, quá trình mở rộng này thường kéo theo mức tiêu thụ năng lượng và tài nguyên thiên nhiên, làm gia tăng áp lực lên môi trường và mở rộng dấu chân sinh thái. Bên cạnh đó, sự phát triển của hệ thống tài chính còn giúp các hộ gia đình và doanh nghiệp dễ dàng tiếp cận nguồn vốn hơn, kích thích họ tiêu dùng và mở rộng quy mô sản xuất. Khi các tiêu chuẩn về môi trường và công nghệ thân thiện với môi trường chưa được quy định nghiêm ngặt, sự gia tăng tiêu dùng và khai thác tài nguyên này có thể dẫn đến tình trạng chất lượng môi trường trở nên nghiêm trọng hơn.

- Vai trò điều tiết của đổi mới công nghệ trong tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường: kết quả ước lượng cho thấy hệ số hồi quy của biến tương tác giữa phát triển tài chính và đổi mới công nghệ ($DC \times TI$) mang dấu âm, cho thấy đổi mới công nghệ làm suy giảm tác động cùng chiều của phát triển tài chính đến dấu chân sinh thái, tức là giả thuyết H_2

được chấp nhận. Vậy, phát triển tài chính trong bối cảnh các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á có xu hướng làm gia tăng dấu chân sinh thái, nhưng sự hiện diện của đổi mới công nghệ có thể làm giảm mức độ tác động này. Cụ thể, đổi mới công nghệ giúp các nguồn lực tài chính được phân bổ hiệu quả hơn vào các hoạt động sản xuất, đầu tư vào việc sử dụng công nghệ và năng lượng thân thiện với môi trường, qua đó hạn chế mức độ gia tăng của dấu chân sinh thái. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước khi cho rằng đổi mới công nghệ là yếu tố quan trọng giúp vô hiệu hóa hoặc làm suy yếu tác động tiêu cực của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường (Baloch và cộng sự, 2021). Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với đặc điểm của các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á, chẳng hạn như đối với trường hợp của Việt Nam. Thật vậy, phát triển tài chính tại Việt Nam trong giai đoạn vừa qua đã góp phần thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và công nghiệp hóa, nhưng cũng làm gia tăng áp lực lên môi trường. Trong bối cảnh đó, đổi mới công nghệ đóng vai trò quan trọng trong việc làm suy giảm tác động tiêu cực của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường, đặc biệt là thông qua việc định hướng dòng vốn vào các lĩnh vực sử dụng công nghệ sạch, tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường. Kết quả này cũng cho thấy sự phù hợp và đúng đắn của Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 với quan điểm chỉ đạo “Phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia là đột phá quan trọng hàng đầu, là động lực chính để phát triển nhanh lực lượng sản xuất hiện đại, hoàn thiện quan hệ sản xuất, đổi mới phương thức quản trị quốc gia, phát triển kinh tế – xã hội, ngăn chặn nguy cơ tụt hậu, đưa đất nước phát triển bứt phá, giàu mạnh trong kỷ nguyên mới”.

- Tác động của các biến kiểm soát đến chất lượng môi trường: dấu chân sinh thái bị tác động ngược chiều bởi đổi mới công nghệ, nhưng bị tác động cùng chiều bởi GDP bình quân đầu người, độ mở thương mại và tăng trưởng dân số. Kết quả này phù hợp với nhận định trước đó của Jianguo và cộng sự (2022). Theo đó, đổi mới công nghệ giữ vai trò quan trọng trong việc làm giảm tình trạng gia tăng dấu chân sinh thái tại các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á, điều này được thể hiện rõ khi các quốc gia này sử dụng công nghệ sản xuất tiên tiến và tiết kiệm năng lượng hơn, qua đó làm giảm áp lực lên môi trường và thu hẹp dấu chân sinh thái. Đối với GDP bình quân đầu người, yếu tố này có tác động cùng chiều đến dấu chân sinh thái, được thể hiện rõ khi sự gia tăng thu nhập sẽ thúc đẩy nhu cầu tiêu dùng hàng hóa và dịch vụ, kéo theo mức khai thác tài nguyên và tiêu thụ năng lượng cao hơn, từ đó gây áp lực lớn hơn lên môi trường. Độ mở thương mại tác động cùng chiều đến dấu chân sinh thái, điều này được thể hiện rõ khi mở

rộng thương mại có thể dẫn đến gia tăng hoạt động sản xuất gây ô nhiễm, đặc biệt là khi các tiêu chuẩn môi trường chưa được áp dụng nghiêm ngặt. Cuối cùng, tăng trưởng dân số cũng làm gia tăng dấu chân sinh thái, tức là sự gia tăng dân số nhanh chóng có thể làm trầm trọng thêm tình trạng suy thoái môi trường tại các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á.

5. Kết luận và hàm ý chính sách

Trong bài nghiên cứu này, tác giả tập trung phân tích tác động của phát triển tài chính đến chất lượng môi trường tại các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á. Bên cạnh đó, bài nghiên cứu còn xem xét vai trò điều tiết của đổi mới công nghệ trong tác động này. Thông qua phương pháp GMM, kết quả ước lượng cho thấy phát triển tài chính làm gia tăng dấu chân sinh thái, tức là làm giảm chất lượng môi trường. Tuy nhiên, kết quả cũng cho thấy đổi mới công nghệ đóng vai trò điều tiết khi làm suy giảm tác động cùng chiều của phát triển tài chính đến dấu chân sinh thái. Vậy, chất lượng môi trường không chỉ chịu tác động trực tiếp từ phát triển tài chính, mà còn bị điều tiết bởi đổi mới công nghệ, đây là phát hiện thú vị của bài nghiên cứu so với các nghiên cứu trước. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu còn cho thấy chất lượng môi trường bị tác động đáng kể bởi các biến kiểm soát, bao gồm: đổi mới công nghệ, GDP bình quân đầu người, độ mở thương mại và tăng trưởng dân số.

Do vậy, các quốc gia thu nhập trung bình thấp ở châu Á cần có những chính sách phù hợp nhằm thúc đẩy phát triển tài chính gắn liền với đổi mới công nghệ, đây là nền tảng quan trọng để vừa hỗ trợ tăng trưởng kinh tế, vừa cải thiện chất lượng môi trường. Theo đó, ở góc độ phát triển tài chính, các quốc gia này cần định hướng dòng vốn

vào các lĩnh vực sản xuất và đầu tư thân thiện với môi trường, hạn chế tình trạng mở rộng tín dụng vào các ngành gây ô nhiễm môi trường. Ở góc độ đổi mới công nghệ, các quốc gia này cần tăng cường đầu tư cho hoạt động nghiên cứu và phát triển, thúc đẩy ứng dụng công nghệ sạch và tiết kiệm năng lượng trong sản xuất. Bên cạnh đó, các quốc gia này cũng cần chú trọng vào việc ổn định kinh tế vĩ mô và nâng cao chất lượng nguồn nhân lực, qua đó hỗ trợ quá trình thúc đẩy tăng trưởng kinh tế gắn với nâng cao chất lượng môi trường.

Đối với Việt Nam, việc ưu tiên phân bổ nguồn lực tài chính cho các lĩnh vực ứng dụng công nghệ sạch, tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường là rất cần thiết. Đồng thời, Việt Nam cần tăng cường đầu tư cho đổi mới công nghệ, qua đó cải thiện chất lượng môi trường. Ngoài ra, việc duy trì ổn định kinh tế vĩ mô và nâng cao chất lượng nguồn nhân lực có thể góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng nguồn lực tài chính và cải thiện chất lượng môi trường tại Việt Nam.

Mặc dù đã đạt được mục tiêu, nhưng bài nghiên cứu này vẫn tồn tại một số hạn chế. Chẳng hạn, bài nghiên cứu này đo lường phát triển tài chính thông qua tín dụng nội địa cho khu vực tư nhân so với GDP và đổi mới công nghệ được đo lường thông qua số lượng đơn xin cấp bằng sáng chế, trong khi tồn tại một số quan điểm khác nhau khi đo lường các biến này. Bên cạnh đó, bài nghiên cứu này chỉ xem xét các biến kiểm soát thường được sử dụng trong các nghiên cứu trước, trong khi có thể tồn tại các yếu tố khác giữ vai trò làm biến kiểm soát trong mô hình nghiên cứu. Do vậy, các nghiên cứu trong tương lai có thể lấp đầy các hạn chế này để hình thành những hướng nghiên cứu thú vị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adams, S., Klobodu, E. K. M., & Apio, A. (2018). Renewable and non-renewable energy, regime type and economic growth. *Renewable Energy*, 125, 755–767.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277.
- Baigorri, B., Montañés, A., & Simón-Fernández, M.-B. (2025). The influence of the great recession on the relationship between ecological footprint, renewable energy and economic growth. *Environmental and Sustainability Indicators*, 25, 100556.
- Baloch, M. A., Ozturk, I., Bekun, F. V., & Khan, D. (2021). Modeling the dynamic linkage between financial development, energy innovation, and environmental quality: Does globalization matter? *Business Strategy and the Environment*, 30(1), 176–184.
- Choi, C., and Park, K. (2017). Financial system and housing price. *Emerging Markets Finance and Trade*, 54(2), 328–335.
- Fernandez, Y. F., Lopez, M. F., & Blanco, B. O. (2018). Innovation for sustainability: The impact of R&D spending on CO2 emissions. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3459–3467.
- Godil, D. I., Yu, Z., Sharif, A., Usman, R., & Khan, S. A. R. (2021). Investigate the role of technology innovation and renewable energy in reducing transport sector CO₂ emission in China: A path toward sustainable development. *Sustainable Development*, 29(4), 694–707.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement*. NBER Working Paper Series, WP No. 3914. NBER: Cambridge.

- Jianguo, D., Ali, K., Alnori, F., & Ullah, S. (2022). The nexus of financial development, technological innovation, institutional quality, and environmental quality: Evidence from OECD economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(38), 58179–58200.
- Jinqiao, L., Maneengam, A., Saleem, F., & Mukarram, S. S. (2022). Investigating the role of financial development and technology innovation in climate change: Evidence from emerging seven countries. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 35(1), 3940–3960.
- Liang, F. H. (2014). Does foreign direct investment harm the host country's environment? Evidence from China. Evidence from China. *Current Topics in Management*, 17, 105–121.
- Ling, G., Razzaq, A., Guo, Y., Fatima, T., & Shahzad, F. (2022). Asymmetric and time-varying linkages between carbon emissions, globalization, natural resources and financial development in China. *Environment, Development and Sustainability*, 24(5), 6702–6730.
- Majeed, M. T., & Luni, T. (2019). Renewable energy, water, and environmental degradation: A global panel data approach. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, 13(3), 749–778.
- Mardani, A., Streimikiene, D., Cavallaro, F., Loganathan, N., & Khoshnoudi, M. (2019). Carbon dioxide (CO₂) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017. *Science of The Total Environment*, 649, 31–49.
- Pan, D., Chen, C., Grubb, M., & Wang, Y. (2021). Financial policy, green transition and recovery after the COVID-19. *SSRN Electronic Journal*, 1–49.
- Prempeh, K. B. (2023). The impact of financial development on renewable energy consumption: new insights from Ghana. *Future Business Journal*, 9(1), 6.
- Razzaq, A., An, H., & Delpachitra, S. (2021). Does technology gap increase FDI spillovers on productivity growth? Evidence from Chinese outward FDI in Belt and Road host countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 172, 121050.
- Schumpeter, J. A. (1911). *The theory of economic development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Shoaib, H. M., Rafique, M. Z., Nadeem, A. M., & Huang, S. (2020). Impact of financial development on CO₂ emissions: A comparative analysis of developing countries (D8) and developed countries (G8). *Environmental Science and Pollution Research*, 27(11), 12461–12475.
- Solarin, S. A., Nathaniel, S. P., Bekun, F. V., Okunola, A. M., & Alhassan, A. (2021). Towards achieving environmental sustainability: Environmental quality versus economic growth in a developing economy on ecological footprint via dynamic simulations of ARDL. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(14), 17942–17959.
- Zaman, K., Izhar, Z., Khan, M. M., & Ahmad, M. (2012). The relationship between financial indicators and human development in Pakistan. *Economic Modelling*, 29(5), 1515–1523.
- Zameer, H., Yasmeen, H., Zafar, M. W., Waheed, A., & Sinha, A. (2020). Analyzing the association between innovation, economic growth, and environment: divulging the importance of FDI and trade openness in India. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(23), 29539–29553.

Thông tin tác giả:

Bùi Ngọc Toàn

- Đơn vị công tác: Trường Đại học Tài chính – Marketing
- Địa chỉ email: buingoctoan@ufm.edu.vn

Ngày nhận bài: 14/12/2025
Ngày nhận bản sửa: 08/01/2026
Ngày duyệt đăng: 10/08/2026